

УДК 616.13-089.844:617.58:616.1-77

DOI 10.20538/1682-0363-2017-1-132–139

Для цитирования: Ивченко А.О., Шведов А.Н., Ивченко О.А. Сосудистые протезы, используемые при реконструктивных операциях на магистральных артериях нижних конечностей. *Бюллетень сибирской медицины*. 2017; 16 (1): 132–139

Сосудистые протезы, используемые при реконструктивных операциях на магистральных артериях нижних конечностей

Ивченко А.О., Шведов А.Н., Ивченко О.А.

Сибирский государственный медицинский университет (СибГМУ)
Россия, 634050, г. Томск, Московский тракт, 2

РЕЗЮМЕ

Лечение пациентов с окклюзионными заболеваниями магистральных артерий является одним из наиболее актуальных разделов сосудистой хирургии. До 65% всех случаев поражается бедренно-подколенный сегмент нижних конечностей. Распространенность атеросклеротического поражения аорты и магистральных артерий способствует росту количества выполняемых реконструктивных операций. Основную роль в лечении облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей занимает хирургическая реваскуляризация. Представлен обзор современных сосудистых протезов, используемых в реконструктивной хирургии магистральных артерий нижних конечностей, приведена их классификация, проанализированы преимущества и недостатки, изложены перспективы развития сосудистых графтов.

Рассмотрены некоторые аспекты эволюции сосудистого протезирования. В реконструктивной хирургии магистральных артерий нижних конечностей чаще всего используются аутовена, ксенографты и синтетические протезы. Аутовена считается протезом выбора и является наиболее распространенным графтом, используемым при реконструкциях. К сожалению, в 30% случаев нет возможности использовать аутовену по причине ее недостаточного диаметра, длины или варикозной трансформации. Несмотря на технические достижения, еще не разработан идеальный сосудистый протез. Таким образом, существует необходимость поиска новых материалов и модификаций имеющихся с целью создания протеза, по свойствам приближенного к идеальному. С этой точки зрения вызывает интерес децеллюляризованные ксеношунты, сохраняющие свойства живых тканей. Работы, направленные на их усовершенствование и устранение недостатков, являются перспективными.

Ключевые слова: ксенопротез, сосудистые протезы, синтетический протез, аутовена, аутоотрансплантат, сосудистые графты.

ВВЕДЕНИЕ

Лечение пациентов с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей (ОЗАНК) является одним из наиболее исследуемых и актуальных разделов сосудистой хирургии. Согласно статистическим данным, общая распространенность заболеваний периферических артерий варьирует в пределах 3–10% населения в возрасте

40–59 лет, а у людей старше 70 лет – до 15–20% [1, 2]. У преобладающего большинства пациентов (75–90%) основной причиной развития облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей является атеросклеротическое поражение сосудистого русла [3, 4]. В 65% всех случаев поражается бедренно-подколенный сегмент (БПС) [5].

Неуклонный рост продолжительности жизни, а также распространенности атеросклеротического поражения аорты и магистральных артерий способствует росту количества выполняемых

✉ Шведов Андрей Николаевич, e-mail: doc.shvedov@gmail.com.

реконструктивных операций и, соответственно, количества послеоперационных осложнений.

Основную роль в лечении ОЗАНК, особенно при окклюзионном поражении сосудистого русла, занимает хирургическая реваскуляризация. Всего в России за 2014 г. было выполнено 57 105 артериальных реконструкций, что на 1 028 сосудистых операций больше, чем в 2013 г. (56 077 операций). Эти данные свидетельствуют о неуклонном росте количества выполняемых реваскуляризаций в Российской Федерации. Реконструкции бедренно-подколенно-берцового сегмента занимают 2 место (13 508 операций), уступая только операциям при поражении брахиоцефальных артерий (20 458), включая рентгенэндоваскулярные вмешательства [6]. Помимо вышеуказанных методов используются различные способы эндартерэктомии, поясничная симпатэктомия и операция реваскуляризирующей остеотрепанации.

Первопроходцем в области сосудистого протезирования является Т. Gluck, который впервые выполнил экспериментальную трансплантацию венозного кондуита в сонную артерию собаки в 1898 г. [7]. Однако его работы не получили столь широкой огласки, как аналогичные исследования А. Carrel, который использовал венозные графты для трансплантации в различные отделы артериального русла [8]. За свои исследования А. Carrel был удостоен Нобелевской премии в области медицины и физиологии в 1912 г. В этой же работе отмечено, что венозный протез в артериальном русле претерпевает значительные изменения: стенки его гипертрофируются, происходит «артериализация» протеза. Несмотря на то что в тот момент и не было речи об аневризматической трансформации протеза, это наблюдение является первым задокументированным случаем дилатации графта кровеносного сосуда. В последующем было разработано множество вариантов сосудистых протезов, из которых на сегодняшний день чаще всего используются аутографты, ксенографты и синтетические протезы.

К сожалению, в настоящее время не разработан идеальный сосудистый протез. Идеальный сосудистый протез должен обладать следующими свойствами: иметь повышенную прочность, длительный срок функционирования; быть нетромбогенным, биосовместимым, устойчивым к инфицированию, гибким, эластичным как артериальная стенка, инертным по отношению к окружающим тканям; не окклюзироваться при сгибании. Должна отсутствовать физическая или химическая дегенерация стенки протеза, протез не должен повреждать клетки крови [9].

КЛАССИФИКАЦИЯ СОСУДИСТЫХ ПРОТЕЗОВ

1. Артериальные аллографты.
2. Артериальные аутографты – внутренняя грудная артерия, лучевая артерия, внутренняя подвздошная артерия.
3. Артериальные ксенографты – сонная артерия свиньи, внутренняя грудная артерия крупного рогатого скота.
4. Венозные аутографты – большая подкожная вена (БПВ), малая подкожная вена (МПВ), латеральная и медиальная подкожные вены рук.
5. Венозные аллографты – пупочная вена.
6. Синтетические графты:
 - а) плетеные протезы – полиуретан (дакрон);
 - б) неплетеные полимерные графты – политетрафторэтилен (ПТФЭ).
7. Композитные графты.

АРТЕРИАЛЬНЫЕ АЛЛОГРАФТЫ

Аллотрансплантаты представляют собой ткани, взятые от другого представителя того же вида, и, как правило, являются трупным материалом. Эндотелиальный слой артериальных аллографтов быстро повреждается с формированием тромбоцитарно-фибриновых сгустков, что в большинстве случаев приводит к тромбозу протеза [9]. Помимо этого, использование артериальных аллографтов сопряжено с риском образования аневризм протеза и передачи вирусов или прионных заболеваний. В связи с этим на сегодняшний день артериальные аллографты практически не используются, за исключением единичных случаев [10, 11].

АРТЕРИАЛЬНЫЕ АУТОГРАФТЫ

Артериальные аутопротезы наиболее приближены к идеальным протезам по своим свойствам, они более устойчивы к инфицированию, растут вместе с организмом и менее всех остальных протезов подвержены дегенеративным изменениям. В то же время они редко используются в хирургии периферических артерий в связи с риском ишемических осложнений донорской области. Чаще всего их используют при операциях, когда польза превышает риски, например при аортокоронарном шунтировании и реконструкции почечной артерии в педиатрической практике [12].

АРТЕРИАЛЬНЫЕ КСЕНОГРАФТЫ

Ксенографты представляют собой ткани, взятые от представителя другого вида, чаще всего от свиньи или крупного рогатого скота и обработанные растворами ферментов либо поверхностно

активных веществ с целью удаления клеточного компонента и сохранения соединительнотканного каркаса [13, 14]. Исторически ксенографты не приобрели большой популярности в качестве протеза кровеносных сосудов при реконструктивных операциях на магистральных артериях в силу высокой частоты инфицирования графта и развития аневризм протеза в послеоперационном периоде, каждое из указанных осложнений встречалось примерно в 6% случаев [9]. Однако современные технические достижения в производстве протезов позволили снизить долю инфицирований до 1,9% и развития аневризм до 4,1% [15].

Также оптимистичные результаты получили Р. Kennealeу и соавт. в своем недавнем исследовании, где они провели сравнение функционирования ксенографта в качестве постоянного доступа для гемодиализа с графтом из политетрафторэтилена. Спустя 1 год наблюдалась статистически значимая разница в частоте проходимости протезов. Так, частота проходимости у ксенографтов составила 60,5% по сравнению с 10,1% проходимости у ПТФЭ [16]. Аналогичные данные получили М. Nargander-Locke с соавт., которые при использовании децеллюляризованных сонных артерий свиней в качестве доступа для гемодиализа через 18 мес наблюдали проходимость в 73,3% случаев [17].

На сегодняшний день ксенографты представляют повышенный интерес для исследователей [18, 19], поскольку в последнее время в медицине стало активно развиваться новое направление – тканевая инженерия, основанная на восстановлении тканей и органов за счет использования стволовых клеток (СК). Методом выбора служит специальный коллагеновый матрикс, повторяющий форму восстанавливаемой ткани, в который трансплантируются аутологичные СК. Учитывая, что на сегодняшний день создать искусственную объемную конструкцию из коллагена пока технически сложно, некоторые исследователи пошли по пути децеллюляризации готовых органов и тканей с последующей обработкой тканей клеточными культурами. Таким образом, в будущем ксенографты могут быть использованы для обработки человеческими эндотелиальными клетками для формирования полноценного биосовместимого сосудистого протеза [20–22]. Но несмотря на все вышесказанное, использование ксенографтов на сегодняшний день ограничено вследствие частого развития аневризм.

ВЕНОЗНЫЕ АУТОГРАФТЫ

С момента первой успешной операции бедренно-подколенного шунтирования, которую

выполнил J. Kunlin, используя реверсированную аутовену, в 1949 г., и по настоящее время большая подкожная вена считается протезом выбора и является наиболее распространенным графтом, используемым при реконструктивных операциях на магистральных артериях [23]. Как было упомянуто выше, еще в начале XX в. Carrel отметил, что венозный графт в условиях артериального русла претерпевает изменения в виде гипертрофирования стенок протеза, происходит, как выразился ученый, «артериализация» протеза [8]. Эти изменения способствуют адаптации протеза к большим гемодинамическим нагрузкам. Свое преимущество по сравнению с синтетическими протезами аутовена показала в Кокрейновском систематическом обзоре 2010 г., где были изучены различные протезы для бедренно-подколенного шунтирования [24]. Эти данные подтверждают многочисленные обзоры и рандомизированные исследования [25, 26]. К сожалению, примерно в 30% случаев нет возможности использовать аутовену в силу ее недостаточного диаметра, длины или варикозной трансформации [9]. Аутовена может использоваться как в реверсированном, так и в неревверсированном варианте при разрушении клапанов вальвулотомом. В неревверсированном варианте вена может находиться *in situ* в качестве альтернативного варианта при бедренно-трифуркационном шунтировании [12]. Малая подкожная вена может выступать в качестве альтернативы БПВ при невозможности использования последней. Однако, в силу меньших размеров МПВ используется гораздо реже [27].

Вены верхних конечностей (*v. cephalica* и *v. basilica*), активно используемые в прошлом [28], на данный момент в широкой практике не применяются в силу высокой частоты тромбозов (до 50%) [29].

ВЕНОЗНЫЕ АЛЛОГРАФТЫ

Аналогично артериальным, использование венозных аллогraftов ассоциировано с риском образования аневризм протеза и передачи вирусов или прионных заболеваний. К этой категории относится и пупочная вена человека. Для ликвидации возможности антигенного ответа алловену обрабатывают глутаральдегидом, что еще больше приводит к вероятности ее аневризматического поражения. Имеются работы по армированию децеллюляризованной пупочной вены сеткой из полиэфирного волокна. Так, в своем исследовании Dardik и соавт. имплантировали бабуинам армированную полиэстровой сеткой бесклеточную

вену в аорто-подвздошную позицию конец-в-бок. По прошествии 9 мес исследователи не отметили образование аневризм в послеоперационном периоде [30].

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ГРАФТЫ

С момента, как А.В. Voorhees с коллегами разработали нейлоновый сосудистый протез «Виньон N» в 1952 г., было предложено множество вариантов синтетических графтов. Однако наибольшее распространение получили протезы из полиуретана (дакрон®) и политетрафторэтилена. Полиуретановые протезы могут быть тканые и вязаные. Тканые протезы имеют меньшие промежутки между волокнами и тем самым обладают меньшей пористостью, что определяет жесткость таких графтов. Как следствие, интраоперационное использование таких протезов значительно усложняется [31]. Вязаные протезы имеют большую пористость, что в свою очередь упрощает обращение с этим типом графтов. Большинство вязаных протезов необходимо промывать кровью перед использованием для формирования микротромбов в промежутках между волокнами. В иностранной литературе используется термин *preclotting* (*pre* – прежде, *clot* – тромб), который отражает сущность процедуры [32]. Исключения составляют современные вязаные протезы, покрытые коллагеном. При их использовании нет необходимости предварительной обработки графта кровью [33]. В силу своей нетканной структуры ПТФЭ также не нуждается в предварительном промывании кровью. Графты из ПТФЭ изготавливаются путем прессования полимера и за счет молекул фтора образуют отрицательный заряд на внутренней поверхности, что играет важную роль в профилактике тромбоза [33–35]. Впервые протез из ПТФЭ в сосудистой хирургии использовал Т. Soyer в 1972 г., и на сегодняшний день эти графты являются одними из наиболее используемых. Как уже было сказано, синтетические протезы по своим свойствам уступают аутовене. Однако в зарубежной литературе при невозможности использования аутоvene протезами второй линии считаются синтетические графты.

Долгое время эффективность протезов из ПТФЭ и полиуретана считалась одинаковой [36, 37]. В последние годы появляется все больше доказательств преимущества дакроновых протезов по сравнению с ПТФЭ. Так, в упомянутом систематическом Кокрейновском обзоре авторы при шунтирующих операциях выше коленного сустава рекомендуют использовать именно дакроно-

вые графты в качестве протезов второй линии. Стоит отметить, что в том же обзоре авторы не обнаружили доказательств в поддержку использования синтетических графтов при шунтировании ниже коленного сустава [24]. Схожие результаты получили I. J. Rychlik с коллегами в своем мета-анализе восьми рандомизированных контролируемых исследований, в которых выполнялись шунтирующие операции выше коленного сустава. Общее количество пациентов составило 1 192 человек. У 601 больного использовали дакроновый протез, а у 591 использовали протез из ПТФЭ. Результаты показали, что проходимость протезов через 1 год исследования была одинаковой в обеих группах, однако двух-, трех- и пятилетняя проходимость была выше у дакроновых протезов [38].

КОМПОЗИТНЫЕ ГРАФТЫ

Как уже упоминалось, примерно в одной трети всех случаев нет возможности использовать аутовену по причине недостаточности ее длины, калибра или качества. Длинные синтетические протезы имеют большую частоту тромбозов по сравнению с короткими в связи с длительным контактом с поверхностью графта и сниженной скоростью кровотока в протезе. С целью уменьшить длину синтетического графта используют композитные шунты посредством анастомозирования вены и протеза конец-в-конец или конец-в-бок. На данный момент имеется крайне мало исследований по сравнению цельных протезов с композитными графтами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на наличие достаточного количества графтов в клинической практике при реконструктивных операциях на магистральных артериях нижних конечностей в основном используются аутовена, дакроновый и политетрафторэтиленовый протезы. Однако не всегда есть возможность использовать аутовену. А при шунтирующих операциях ниже коленного сустава результаты использования синтетических графтов оставляют желать лучшего.

Таким образом, существует необходимость поиска новых материалов и модификаций имеющих с целью создания протеза, приближенного к идеальному. С этой точки зрения интерес вызывает децеллюляризированные ксенопротезы, сохраняющие большинство свойств живых тканей. Работы, направленные на их усовершенствование и устранение недостатков, в частности – развития аневризм, внушают оптимизм.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- Шойхет Я. Н., Хорев Н. Г. Ангиология и сосудистая хирургия. Барнаул: Принтэкспресс, 2009: 448.
- Diehm, Kareem, Lawall. Epidemiology of peripheral arterial disease // *Vasa*. 2004; 33 (4): 183–189. DOI:10.1024/0301-1526.33.4.183.
- Покровский А. В. Клиническая ангиология. М.: Медицина, 2004. Т. 1.
- Бокерия Л.А., Спиридонов А.А., Абалмасов К.Г., Морозов К.М. Микрохирургия при поражении артерий дистального русла нижней конечности. М.: НЦССХ им. АН Бакулева РАМН, 2004: 55.
- Haimovici's Vascular Surgery / Ed. E. Ascher. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012: 1317.
- Покровский А.В., Гонтаренко В.Н. Состояние сосудистой хирургии в России в 2014 году. М.: Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов, 2015: 99.
- Gluck T. Die moderne Chirurgie des Circulation sapparates // *Berl. Klin. Wschbr.* 1898; 70: 1–29.
- Carrel A. The surgery of blood vessels etc. // *Johns Hopkins Hospital Bulletin*. 1907; 18(190): 18–28.
- M Sriram B. SRB's Surgical Operations: Text and Atlas. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd., 2014: 1340.
- Kwon H., Hong J.P., Han Y., Park H., Song G.-W., Kwon T.-W., Cho Y.-P. Use of cryopreserved cadaveric arterial allograft as a vascular conduit for peripheral arterial graft infection // *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2015; 89 (1): 51. DOI: 10.4174/ astr.2015.89.1.51.
- Castier Y., Francis F., Cerceau P., Besnard M., Albertin J., Foulhe L., Cerceau O., Albaladejo P., Lesiche G. Cryopreserved arterial allograft reconstruction for peripheral graft infection // *Journal of Vascular Surgery*. 2005; 41 (1): 30–37. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.09.025.
- Ward A.S., Cormier J.M. Operative Techniques in Arterial Surgery. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986: 412.
- Пальцев М.А. Биология стволовых клеток и клеточные технологии. М.: Медицина, 2009.
- Eschenhagen T. Engineering Myocardial Tissue // *Circulation Research*. 2005; 97(12): 1220–1231. DOI: 10.1161/01.RES.0000196562.73231.7d.
- Барбараш Л.С., Иванов С.В., Журавлева И.Ю., Ануфриев А.И., Казачек Я.В., Кудрявцева Ю.А., Зинец М.Г. 12-летний опыт использования биопротезов для замещения инфраингвинальных артерий // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2006; 12 (3): 91–97.
- Kennealey P.T., Elias N., Hertl M., Ko D.S.C., Saidi R.F., Markmann J.F., Smoot E.E., Schoenfeld D.A., Kawai T. A prospective, randomized comparison of bovine carotid artery and expanded polytetrafluoroethylene for permanent hemodialysis vascular access // *Journal of Vascular Surgery*. 2011; 53 (6): 1640–1648. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.02.008.
- Harlander-Locke M., Jimenez J.C., Lawrence P.F., Gelabert H.A., Derubertis B.G., Rigberg D.A., Farley S.M. Bovine Carotid Artery (Artegraft) as a Hemodialysis Access Conduit in Patients Who Are Poor Candidates for Native Arteriovenous Fistulae // *Vascular and Endovascular Surgery*. 2014; 48(7–8): 497–502. DOI: 10.1177/1538574414561231.
- Lu T., Anaya-Ayala J.E., Reardon M.J., Peden E.K., Davies M.G. Right Brachial to Atrial Xenograft Conduit for Hemodialysis Access: A Case Report // *Annals of Vascular Surgery*. 2015; 29 (8): 1662.e13–1662.e18. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.05.036.
- Boccafroschi F., Botta M., Fusaro L., Copes F., Ramella M., Cannas M. Decellularized biological matrices: an interesting approach for cardiovascular tissue repair and regeneration // *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2015; P. n/a-n/a. DOI: 10.1002/term.2103.
- Зорин В.А., Зорина А.И., Черкасов В.Р. Анализ зарубежного рынка регенеративной медицины // *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия*. 2009; 4 (3): 68–78.
- Ахмедов Ш.Д., Афанасьев С.А., Егорова М.В., Андреев С.А., Иванов А.В., Роговская Ю.В., Усов В.Ю., Шведов А.Н., Steinhoff G. Использование бесклеточного коллагенового матрикса в качестве платформы для изготовления кровеносных сосудов в сердечно-сосудистой хирургии // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012; 18 (2): 7–12.
- Ахмедов Ш.Д., Афанасьев С.А., Егорова М.В., Андреев С.А., Иванов А.В., Роговская Ю.В., Усов В.Ю., Шведов А.Н., Steinhoff G. Тканевая инженерия в экспериментальной сердечно-сосудистой хирургии: технология получения бесклеточных коллагеновых матриксов сосудов животных и человека // *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия*. 2011; 6 (1): 69–72.
- Fichelle J.-M., Cormier F., Franco G., Luizy F. Sur quels arguments un segment veineux est-il utilisable pour un pontage ? Revue générale // *Journal des Maladies Vasculaires*. 2010; 35(3): 155–161 DOI: 10.1016/j.jmv.2010.01.076.
- Twine C.P., McLain A.D. Graft type for femoro-popliteal bypass surgery / Ed. C.P. Twine, Chichester. UK: John Wiley & Sons Ltd., 2010.
- Klinkert P., Post P., Breslau P., Bockel J. Saphenous Vein Versus PTFE for Above-Knee Femoropopliteal Bypass. A Review of the Literature // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2004; 27 (4): 357–362 DOI: 10.1016/j.ejvs.2003.12.027.

26. Donker J.M.W., Ho G.H., Slaa A. te, Groot H.G.W. de, Waal J.C.H. van der, Veen E.J., Laan L. v. d. Midterm Results of Autologous Saphenous Vein and ePTFE Pre-Cuffed Bypass Surgery in Peripheral Arterial Occlusive Disease // *Vascular and Endovascular Surgery*. 2011; 45 (7): 598–603 DOI: 10.1177/1538574411414923.
27. Sarwar U., Chetty G., Sarkar P. The short saphenous vein: A viable alternative conduit for coronary artery bypass grafts harvested using a novel technical approach // *Journal of Surgical Technique and Case Report*. 2012; 4 (1): 61 DOI: 10.4103/2006-8808.100359.
28. Harris R.W., Andros G., Dulawa L.B., Oblath R.W., Salles-Cunha S.X., Apyan R. Successful long-term limb salvage using cephalic vein bypass grafts // *Annals of surgery*. 1984; 200 (6): 785–792 DOI: 10.1097/0000658-198412000-00019.
29. Purohit M., Dunning J. Do coronary artery bypass grafts using cephalic veins have a satisfactory patency? // *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2006; 6 (2): 251–254. DOI: 10.1510/icvts.2006.149104.
30. Dardik A., Dardik H. Umbilical Vein Grafts for Lower Limb Revascularization. London: Springer London, 2011: 189–198.
31. McMonagle M., Stephenson M. Vascular and endovascular surgery at a glance. Wiley-Blackwell, 2014: 160.
32. Sheehan S.J., Rajah S.M., Kester R.C. Effect of pre-clotting on the porosity and thrombogenicity of knitted Dacron® grafts // *Biomaterials*. 1989; 10(2): 75–79 DOI:10.1016/0142-9612(89)90034-3.
33. Zelt D.T., Abbott W.M. Vascular prostheses // *Oxford Textbook of Surgery*. Ed. P.J. Morris, R.A. Malt. Oxford University Press, 1994: 349–353.
34. Advances in cardiovascular engineering / Ed. M.R.T. Hwang, H.C. Ned, Turitto, T. Vincent Yen. Springer US, 1992: 443.
35. Ravi S., Qu Z., Chaikof E.L. Polymeric Materials for Tissue Engineering of Arterial Substitutes // *Vascular*. 2009; 17(Supplement 1): S45–S54 DOI: 10.2310/6670.2008.00084.
36. Takagi H., Goto S., Matsui M., Manabe H., Umemoto T. A contemporary meta-analysis of Dacron versus polytetrafluoroethylene grafts for femoropopliteal bypass grafting // *Journal of Vascular Surgery*. 2010; 52(1): 232–236 DOI: 10.1016/j.jvs.2010.02.010.
37. Roll S., Мӱller-Nordhorn J., Keil T., Scholz H., Eidt D., Greiner W., Willich S.N. Dacron® vs. PTFE as bypass materials in peripheral vascular surgery – systematic review and meta-analysis // *BMC Surgery*. 2008; 8 (1): 22 DOI: 10.1186/1471-2482-8-22.
38. Rychlik I.J., Davey P., Murphy J., O'Donnell M.E. A meta-analysis to compare Dacron versus polytetrafluoroethylene grafts for above-knee femoropopliteal artery bypass // *Journal of Vascular Surgery*. 2014; 60 (2): 506–515 DOI: 10.1016/j.jvs.2014.05.049.

Поступила в редакцию 12.10.2016

Утверждена к печати 19.12.2016

Ивченко Андрей Олегович, д-р мед. наук, зав. кафедрой факультетской хирургии, СибГМУ г. Томск.

Шведов Андрей Николаевич, врач-хирург, аспирант кафедры факультетской хирургии, СибГМУ, г. Томск.

Ивченко Олег Алексеевич, д-р мед. наук, профессор кафедры факультетской хирургии, СибГМУ, г. Томск.

(✉) Шведов Андрей Николаевич, e-mail: doc.shvedov@gmail.com

УДК 616.13-089.844:617.58:616.1-77

DOI 10.20538/1682-0363-2017-1-132–139

For citation: Ivchenko A.O., Shvedov A.N., Ivchenko O.A. Vascular prostheses used in infrainguinal arterial reconstruction. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2017; 16 (1): 132–139

Vascular prostheses used in infrainguinal arterial reconstruction

Ivchenko A.O., Shvedov A.N., Ivchenko O.A.

Siberian State Medical University (SSMU)

2, Moskow Trakt, Tomsk, 634050, Russian Federation

ABSTRACT

The aim of this article to discuss about modern vascular prostheses which used in reconstructive surgery. The treatment of patients with peripheral arterial disease is one of the most relevant sections of vascular surgery. Up to 65% of all cases, affected femoropopliteal segment. Surgical revascularization plays a center role in

the treatment of peripheral artery disease. This article provides a classification of vascular grafts, analyzed their shortcomings and advantages, describes the prospects for their development. Unfortunately, despite the technical advances, has not yet developed an ideal vascular prosthesis. Thus there is a need of search for new materials and modifications of available materials, with the goal of creating a prosthesis for properties close to ideal.

Key words: xenograft, vascular grafts, synthetic prosthesis, autologous vein, autograft.

REFERENCES

- Shoyhet Y. N., Horev N. G. *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya* [Angiology and vascular surgery]. Barnaul: Printehkspress Publ., 2009: 448 (in Russian).
- Diehm, Kareem, Lawall. Epidemiology of peripheral arterial disease // *Vasa*. 2004; 33 (4): 183–189 DOI:10.1024/0301-1526.33.4.183.
- Pokrovskiy A. V. *Klinicheskaya angiologiya* [Clinical angiology]. M.: Medicina Publ., 2004: 1 (in Russian).
- Bokeriya L. A., Spiridonov A. A., Abalmasov K. G., Morozov K. M. *Mikrohirurgiya pri porazhenii arteriy distalnogo rusla nizhney konechnosti* [Microsurgery in peripheral artery disease]. M.: NCSSKH im AN Bakuleva RAMN Publ., 2004: 55 (in Russian).
- Haimovici's Vascular Surgery / Ed. E. Ascher. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012: 1317.
- Pokrovskiy A. V., Gontarenko V. N. *Sostoyanie sosudistoy hirurgii v Rossii v 2014 godu* [State of vascular surgery in Russia in 2014]. M.: Rossiyskoe obshchestvo angiologov i sosudistyh hirurgov Publ., 2015: 99 (in Russian).
- Gluck T. Die moderne Chirurgie des Circulation sappareates // *Berl. Klin. Wschr.* 1898; 70: 1–29.
- Carrel A. The surgery of blood vessels etc. // *Johns Hopkins Hospital Bulletin*. 1907; 18(190): 18–28.
- M Sriram B. *SRB's Surgical Operations: Text and Atlas*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd., 2014: 1340.
- Kwon H., Hong J.P., Han Y., Park H., Song G.-W., Kwon T.-W., Cho Y.-P. Use of cryopreserved cadaveric arterial allograft as a vascular conduit for peripheral arterial graft infection // *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2015; 89 (1): 51. DOI: 10.4174/ast.2015.89.1.51.
- Castier Y., Francis F., Cerceau P., Besnard M., Albertin J., Fouilhe L., Cerceau O., Albaladejo P., Lesiche G. Cryopreserved arterial allograft reconstruction for peripheral graft infection // *Journal of Vascular Surgery*. 2005; 41 (1): 30–37. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.09.025.
- Ward A.S., Cormier J.M. *Operative Techniques in Arterial Surgery*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986: 412.
- Palcev M. A. *Biologiya stvolovyh kletok i kletochnye tekhnologii* [Biology of stem cells and biotechnology]. M.: Medicina Publ., 2009 (in Russian).
- Eschenhagen T. Engineering Myocardial Tissue // *Circulation Research*. 2005; 97(12): 1220–1231. DOI: 10.1161/01.RES.0000196562.73231.7d.
- Barbarash L.S., Ivanov S.V., Zhuravleva I. Y., Anufriev A.I., Kazachek Y.V., Kudryavceva Y.A., Zinec M.G. 12-letniy opyt ispolzovaniya bioprotezov dlya zameshcheniya infraingvinalnyh arteriy [12 years of experience in the use of bioprosthesis for replacing of infrainguinal arteries] // *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya – Angiology and vascular surgery*. 2006; 12 (3): 91–97 (in Russian).
- Kennealey P.T., Elias N., Hertl M., Ko D.S.C., Saidi R.F., Markmann J.F., Smoot E.E., Schoenfeld D.A., Kawai T. A prospective, randomized comparison of bovine carotid artery and expanded polytetrafluoroethylene for permanent hemodialysis vascular access // *Journal of Vascular Surgery*. 2011; 53 (6): 1640–1648. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.02.008.
- Harlander-Locke M., Jimenez J.C., Lawrence P.F., Gelabert H.A., Derubertis B.G., Rigberg D.A., Farley S.M. Bovine Carotid Artery (Artegraft) as a Hemodialysis Access Conduit in Patients Who Are Poor Candidates for Native Arteriovenous Fistulae // *Vascular and Endovascular Surgery*. 2014; 48(7–8): 497–502. DOI: 10.1177/1538574414561231.
- Lu T., Anaya-Ayala J.E., Reardon M.J., Peden E.K., Davies M.G. Right Brachial to Atrial Xenograft Conduit for Hemodialysis Access: A Case Report // *Annals of Vascular Surgery*. 2015; 29 (8): 1662.e13–1662.e18. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.05.036.
- Boccafroschi F., Botta M., Fusaro L., Copes F., Ramella M., Cannas M. Decellularized biological matrices: an interesting approach for cardiovascular tissue repair and regeneration // *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2015; P. n/a-n/a. DOI: 10.1002/term.2103.
- Zorin V.L., Zorina A.I., Cherkasov V.R. Analiz zarubezhnogo rynka regenerativnoy mediciny [Analysis of a foreign market of regenerative medicine] // *Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya – Cells transplantation and tissue engineering*. 2009; 4 (3): 68–78 (in Russian).
- Ahmedov S. D., Afanasev S. A., Egorova M. V., Andreev S. L., Ivanov A. V., Rogovskaya Y. V., Usov V. Y., SHvedov A. N., Steinhoff G. Ispolzovanie beskletchnogo kollagenovogo matriksa v kachestve platformy dlya izgotovleniya krovenosnyh sosudov v serdechno-sosudistoy hirurgii [Cell-free collagen-based scaffolds used for making blood vessels in cardiovascular surgery] // *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya – Angiology and vascular surgery*. 2012; 18 (2): 7–12 (in Russian).

22. Ahmedov S.D., Afanasev S.A., Egorova M.V., Andreev S.L., Ivanov A.V., Rogovskaya Y.V., Usov V.Y., Shvedov A.N., Steinhoff G. Tkanevaya inzheneriya v ehksperimentalnoy serdechno-sosudistoy hirurgii tekhnologiya polucheniya beskletochnyh kollagenovyh matriksov sosudov zhivotnyh i cheloveka [Tissue engineering in experimental cardio-vascular surgery: technology of preparation of acellular collagen matrix of animal and human vessels] // *Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya – Cells transplantology and tissue engineering*. 2011; 6 (1): 69–72 (in Russian).
23. Fichelle J.-M., Cormier F., Franco G., Luizy F. Sur quels arguments un segment veineux est-il utilisable pour un pontage ? Revue générale // *Journal des Maladies Vasculaires*. 2010; 35(3): 155–161 DOI: 10.1016/j.jmv.2010.01.076.
24. Twine C.P., McLain A.D. Graft type for femoro-popliteal bypass surgery / Ed. C.P. Twine, Chichester. UK: John Wiley & Sons Ltd., 2010.
25. Klinkert P., Post P., Breslau P., Bockel J. Saphenous Vein Versus PTFE for Above-Knee Femoropopliteal Bypass. A Review of the Literature // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2004; 27 (4): 357–362 DOI: 10.1016/j.ejvs.2003.12.027.
26. Donker J.M.W., Ho G.H., Slaa A. te, Groot H.G.W. de, Waal J.C.H. van der, Veen E.J., Laan L. v. d. Midterm Results of Autologous Saphenous Vein and ePTFE Pre-Cuffed Bypass Surgery in Peripheral Arterial Occlusive Disease // *Vascular and Endovascular Surgery*. 2011; 45 (7): 598–603 DOI: 10.1177/1538574411414923.
27. Sarwar U., Chetty G., Sarkar P. The short saphenous vein: A viable alternative conduit for coronary artery bypass grafts harvested using a novel technical approach // *Journal of Surgical Technique and Case Report*. 2012; 4 (1): 61 DOI: 10.4103/2006-8808.100359.
28. Harris R.W., Andros G., Dulawa L.B., Oblath R.W., Salles-Cunha S.X., Apyan R. Successful long-term limb salvage using cephalic vein bypass grafts // *Annals of surgery*. 1984; 200 (6): 785–792 DOI: 10.1097/0000658-198412000-00019.
29. Purohit M., Dunning J. Do coronary artery bypass grafts using cephalic veins have a satisfactory patency? // *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2006; 6 (2): 251–254. DOI: 10.1510/icvts.2006.149104.
30. Dardik A., Dardik H. Umbilical Vein Grafts for Lower Limb Revascularization. London: Springer London, 2011: 189–198.
31. McMonagle M., Stephenson M. Vascular and endovascular surgery at a glance. Wiley-Blackwell, 2014: 160.
32. Sheehan S.J., Rajah S.M., Kester R.C. Effect of preclotting on the porosity and thrombogenicity of knitted Dacron® grafts // *Biomaterials*. 1989; 10(2): 75–79 DOI: 10.1016/0142-9612(89)90034-3.
33. Zelt D.T., Abbott W.M. Vascular prostheses // *Oxford Textbook of Surgery*. Ed. P.J. Morris, R.A. Malt. Oxford University Press, 1994: 349–353.
34. Advances in cardiovascular engineering / Ed. M.R.T. Hwang, H.C. Ned, Turitto, T. Vincent Yen. Springer US, 1992: 443.
35. Ravi S., Qu Z., Chaikof E.L. Polymeric Materials for Tissue Engineering of Arterial Substitutes // *Vascular*. 2009; 17(Supplement 1): S45–S54 DOI: 10.2310/6670.2008.00084.
36. Takagi H., Goto S., Matsui M., Manabe H., Umemoto T. A contemporary meta-analysis of Dacron versus polytetrafluoroethylene grafts for femoropopliteal bypass grafting // *Journal of Vascular Surgery*. 2010; 52(1): 232–236 DOI: 10.1016/j.jvs.2010.02.010.
37. Roll S., M ller-Nordhorn J., Keil T., Scholz H., Eidt D., Greiner W., Willich S.N. Dacron® vs. PTFE as bypass materials in peripheral vascular surgery – systematic review and meta-analysis // *BMC Surgery*. 2008; 8 (1): 22 DOI: 10.1186/1471-2482-8-22.
38. Rychlik I.J., Davey P., Murphy J., O'Donnell M.E. A meta-analysis to compare Dacron versus polytetrafluoroethylene grafts for above-knee femoropopliteal artery bypass // *Journal of Vascular Surgery*. 2014; 60 (2): 506–515 DOI: 10.1016/j.jvs.2014.05.049.

Received October 12.2016
Accepted December 19.2016

Ivchenko Andrey O., DM, Head of the Department of Surgery, SSMU, Tomsk, Russian Federation.

Shvedov Andrey N., Postgraduate Student, SSMU, Tomsk, Russian Federation.

Ivchenko Oleg A., DM, Professor, Department of Surgery, SSMU, Tomsk, Russian Federation.

(✉) Shvedov Andrey N., e-mail: doc.shvedov@gmail.com